

Subarsyah dan Tumpal B. Nainggolan

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Djundjuran No. 236, Bandung
email: subarsyah@yahoo.com; tumpalbn@mgi.esdm.go.id

Diterima : 03-07-2014, Disetujui : 10-11-2014

ABSTRAK

Interferensi *water-bottom* multipel terhadap reflektor primer menimbulkan efek bersifat destruktif yang menyebabkan penampang seismik menjadi tidak tepat akibat kehadiran reflektor semu. Teknik *demultiple* perlu diaplikasikan untuk mengatenuasi multipel. Transformasi *parabolic radon* merupakan teknik atenuasi multipel dengan metode pemisahan dalam domain radon. Multipel sering teridentifikasi pada penampang seismik. Untuk memperbaiki penampang seismik akan dilakukan dengan metode transformasi *parabolic radon*. Penerapan metode ini mengakibatkan reflektor multipel melemah dan tereduksi setelah dilakukan muting dalam domain radon terhadap zona multipel. Beberapa reflektor primer juga ikut melemah akibat pemisahan dalam domain radon yang kurang optimal, pemisahan akan optimal membutuhkan distribusi *offset* yang lebar.

Kata kunci : *Parabolic radon, multipel, atenuasi*

ABSTRACT

Water-bottom multiple interference often destructively interfere with primary reflection that led to incorrect seismic section due to presence apparent reflector. Demultiple techniques need to be applied to attenuate the multiple. Parabolic Radon transform is demultiple attenuation technique that separate multiple and primary in radon domain. Water-bottom multiple usually appear and easily identified on seismic data, parabolic radon transform applied to improve the seismic section. Application of this method to data showing multiple reflectors weakened and reduced after muting multiple zones in the radon domain. Some of the primary reflector also weakened due to bad separation in radon domain, optimal separation will require a wide distribution of offsets.

Keywords : *Parabolic radon, multiple, attenuation*

PENDAHULUAN

Kegiatan pemetaan geologi kelautan pada Tahun Anggaran 2013 telah dilakukan di Perairan Misool. Pemetaan dilaksanakan dengan menggunakan beberapa metode yang meliputi, seismik, geomagnet dan pengambilan sampel sedimen. Seismik merupakan salah satu metode yang cukup baik untuk memahami kondisi geologi bawah permukaan, dengan nilai ambiguitas yang lebih kecil dibandingkan metode geomagnet. Namun tidak berarti akan mudah dilakukan interpretasi data seismik. Banyak faktor yang juga timbul akibat perbedaan kontras medium antara udara, air laut dan permukaan dasar laut.

Pada seismik laut perbedaan kontras sifat fisis dari udara, air laut dan permukaan dasar laut akan menimbulkan reverberasi gelombang seismik

yang terekam. Reverberasi tersebut dikenal dengan *water-bottom multiple*. Kehadiran reverberasi ini akan mempersulit interpretasi akibat interferensinya terhadap gelombang primer. Pada sinyal reverberasi perlu dilakukan atenuasi yang dapat mempertegas kemenerusan reflektor primernya.

Teknik dan metode atenuasi telah dikembangkan oleh Xiao drr. (2003) dan Kumar dkk (2008) yang mengklasifikasikan metode atenuasi multipel menjadi tiga yaitu :

1. Metode dekonvolusi yang menggunakan karakter perulangan periodiknya dalam menekan multipel.
2. Metode *filtering* yang memisahkan reflektor primer dan multipel dalam domain tertentu,

baik itu domain F-K (Wu dan Wang, 2011), Tau-P dan Radon (Landa, dr, 1999).

3. Prediksi gelombang dan subtraksi, metode ini terlebih dahulu dilakukan dengan pemodelan multipel kemudian mengurangkannya terhadap data seismik.

Perusahaan jasa eksplorasi Petroleum Geo-Services (PGS), TechLink, 2008 mengklasifikasi hanya dalam dua, yaitu pemodelan terhadap data itu sendiri dan pemisahan antara reflektor primer dan sekunder.

Pada tulisan ini diaplikasikan teknik *parabolic radon transform* terhadap data seismik Lintasan 42 Perairan Misool, Provinsi Papua Barat, yaitu data hasil pemetaan geologi dan geofisika Puslitbang Geologi Kelautan tahun 2013 (Naibaho dan Rahardiawan, 2013), untuk mengatenuasi keberadaan *water-bottom multiple*, dengan terlebih dahulu melakukannya pada data sintetis. Metode *parabolic radon transform* termasuk dalam klasifikasi pemisahan antara reflektor primer dan multipel.

METODE

Karakteristik reflektor primer dan multipel mempunyai perbedaan. Perbedaan ini akan memudahkan pengidentifikasian. Transformasi di domain tertentu dapat memisahkan reflektor primer dan multipel. Transformasi sinyal seismik ke dalam domain radon memberikan gambaran yang jelas untuk membedakan reflektor primer dan multipel. Transformasi radon merupakan modifikasi dari transformasi dalam domain $\tau - p$ (Hampson, 1986). Untuk domain $\tau - p$ dalam proses transformasinya dilakukan *linear moveout*, dengan hubungan input koordinat (h, t) dan transformasi koordinat (τ, p) (Yilmaz, 2001) yaitu,

$$t = \tau + 2ph \quad (1)$$

Dimana : t = waktu tempuh,
 τ = waktu *intercept*
 h = setengah *offset*
 p = *ray parameter*

Transformasi *parabolic radon* merupakan transformasi yang dilakukan dengan *parabolic moveout*, dimana hubungan input koordinat (h, t) dan transformasi koordinat (τ, q) (Hampson, 1986) adalah,

$$t = \tau + qh^2 \quad (2)$$

Persamaan diskrit *parabolic radon transformation* adalah seperti dibawah ini,

$$u(qt) = \sum_h d(h, t_n = \tau + qh^2) \quad (3)$$

Dengan inversi transformasinya adalah,

$$d(h, t_n) = \sum_q u(q, \tau = t_n - qh^2) \quad (4)$$

Proses transformasi dalam domain radon akan mudah dilakukan dalam domain frekuensi dengan terlebih dahulu dilakukan transformasi Fourier, sehingga persamaan 4 dalam domain frekuensi adalah,

$$d(h, \omega_n) = \sum_q u(q, \omega_n) \exp(-\omega_n qh^2) \quad (5)$$

Solusi persamaan diatas untuk mencari nilai u dapat diselesaikan dengan persamaan linear dalam bentuk matrik.

$$d = L u \quad (6)$$

L matrik merupakan matrik yang terdiri dari fungsi eksponensial dari hasil transformasi Fourier. Berikut tahapan praktis metode *parabolic radon demultiple*, berdasarkan Hampson (1986).

- 1) Kelompokkan trace seismik dalam *Common Mid Point (CMP) gather*, data seismik merupakan $d(h, t)$. Lakukan koreksi *Normal Move Out (NMO)* $d(h, t_n)$.
- 2) Transformasi data seismik kedalam domain frekuensi dengan transformasi Fourier.
- 3) Untuk setiap Susun matrix L (sesuai geometri *CMP gather* dan temukan sesuai persamaan 6).
- 4) Lakukan *muting* untuk zona multipel
- 5) Lakukan inversi *radon transform* dari $u(q, h)$ kembali menjadi $d(h, t)$,
- 6) Lakukan inversi transformasi Fourier menjadi $d(h, t)$.

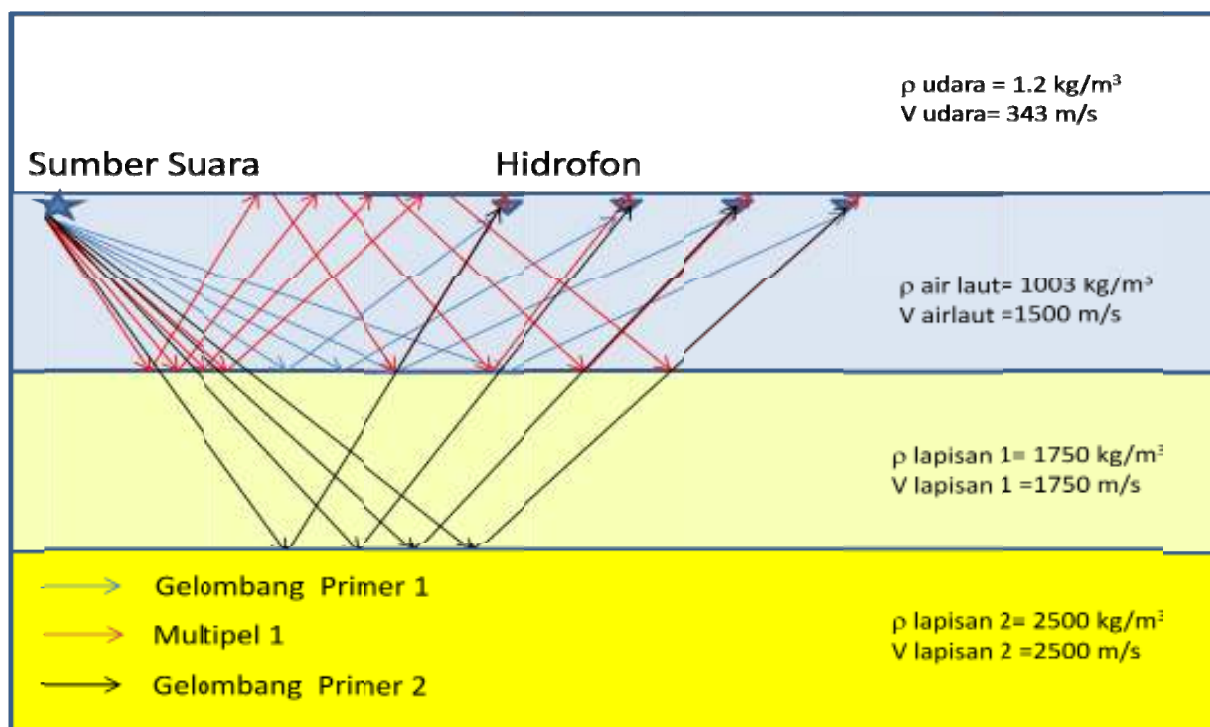
DATA

Penerapan metode *parabolic radon demultiple* akan dilakukan terhadap dua jenis data, yaitu :

1. Data sintetik yang dibuat berdasarkan model sederhana yaitu perlapisan mendatar dengan parameter fisika yang homogen secara lateral.
2. Data kedua merupakan data lapangan Lintasan 42 di Perairan Misool.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parabolic radon demultiple merupakan teknik atenuasi multipel dengan pemisahan antara reflektor primer dan multipel pada domain radon. Penerapan teknik ini terhadap data sintetik memberikan gambaran ideal dalam memahami prinsip dari transformasi *parabolic radon*. Data sintetik dari model sederhana terlihat seperti pada Gambar 2, berupa *shot gather*. Teknik *parabolic*



Gambar 1. Model perlapisan sederhana untuk pembuatan data seismik sintetik.

Data sintetik

Data sintetik diperoleh dari penjalaran gelombang pada model sederhana dengan asumsi mempunyai sifat parameter fisika yang homogen secara lateral dan perlapisan yang mendatar. Perlapisan terdiri dari udara, air laut, permukaan dasar laut dan perlapisan bawah permukaan dasar laut. Model perlapisan sederhana yang digunakan terlihat seperti Gambar 1. Parameter akuisisi yang digunakan untuk data sintetik; interval receiver 12.5 meter, interval ledakan 6.25 meter, *near offset* 150 meter dan jumlah saluran 480.

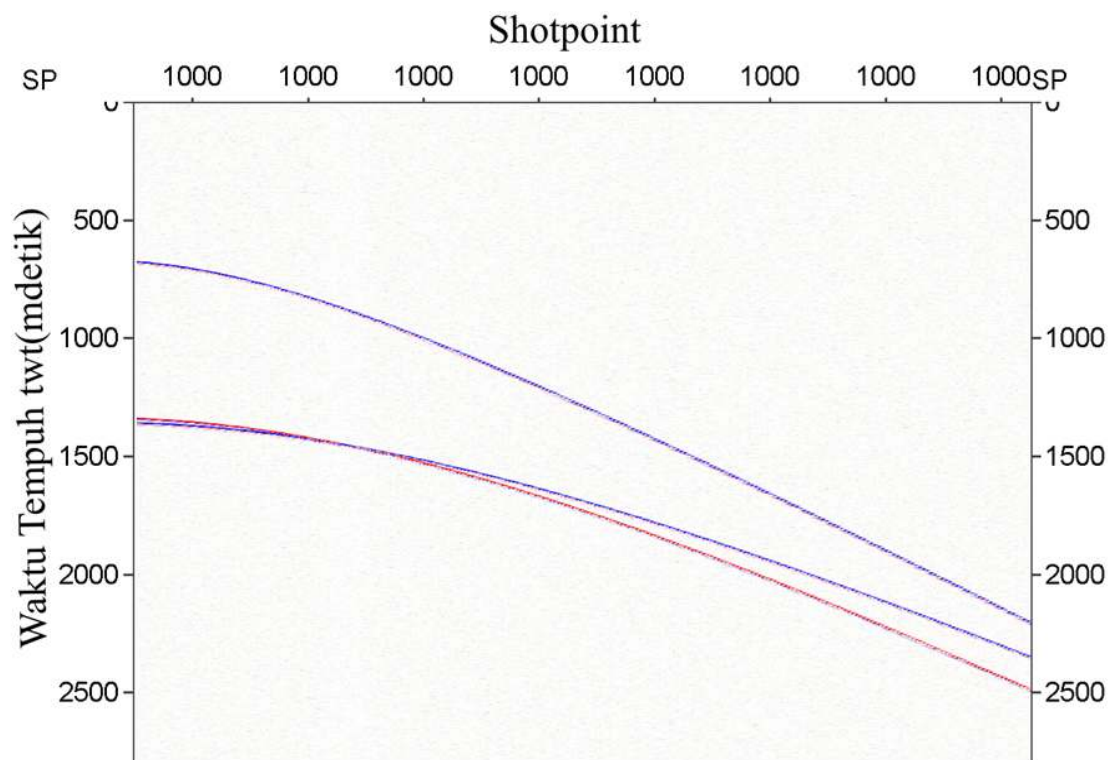
Data lapangan

Data yang digunakan adalah data seismik Perairan Misool, Lintasan 42 dengan parameter akuisisi, interval receiver 12.5, interval ledakan 25 meter, *near offset* 100 meter, dan jumlah saluran 60.

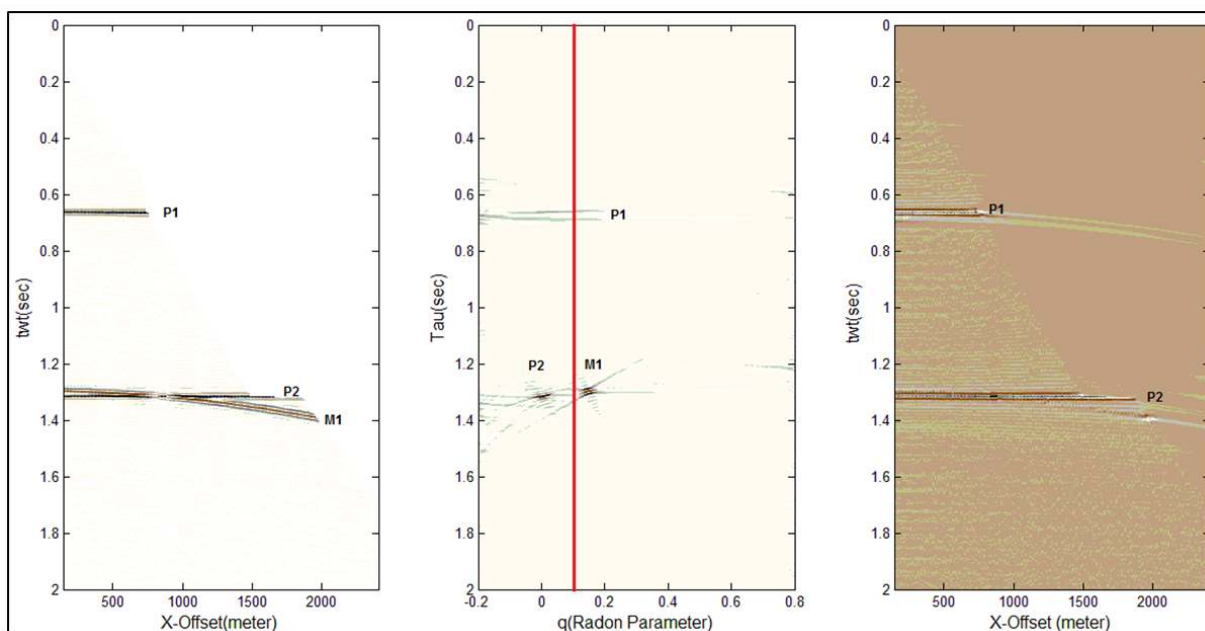
radon dilakukan dalam *CMP gather*, sehingga dari data ini perlu dilakukan geometri sehingga diperoleh penomoran CMP.

CMP gather yang terkoreksi NMO ditransformasi kedalam *parabolic radon*, reflektor primer terkoreksi NMO akan membentuk garis lurus dalam domain T-X sedangkan multipel akan membentuk pola parabola. Pola garis lurus dan kurva parabola ini akan dapat dipisahkan dalam domain radon (Sacchi dan Ulrich, 1995, Cao, dr, 2003, Cao, dr, 2006), seperti terlihat dalam Gambar 3.

Transformasi data *CMP gather* dalam domain radon (Gambar 3.) memperlihatkan reflektor primer P2 yang berimpitan dengan multipel P1 terpisahkan dalam domain radon, untuk menghilangkan multipel maka perlu dilakukan *muting* atau pemotongan zona multipel, zona multipel berada di sebelah kanan garis merah.



Gambar 2. *Shot Gather* data sintetik yang terdiri dari reflektor primer 1 dan 2(garis biru) dan multipel (garis merah).



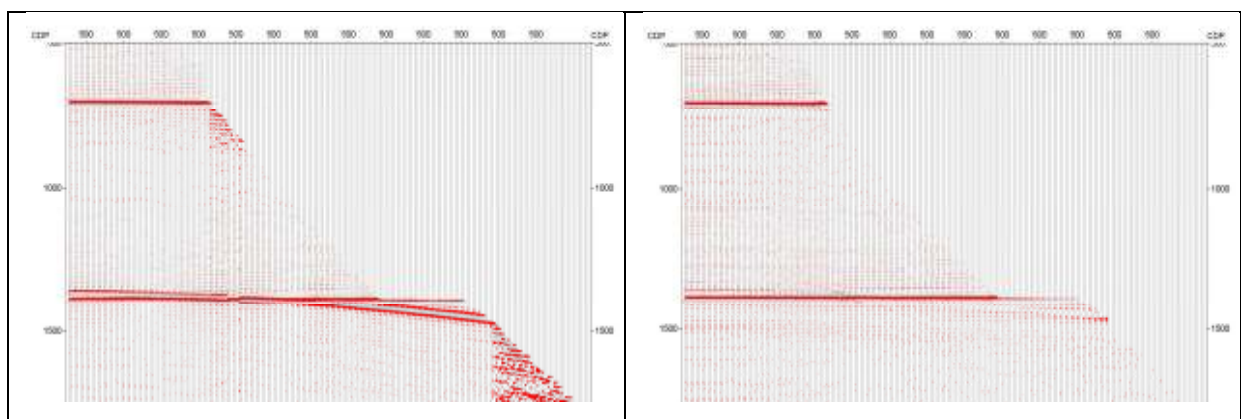
Gambar 3. Hasil transformasi data sintetik dari domain T-X ke dalam domain parabolic radon. CMP gather terkoreksi NMO (kiri), hasil transformasi kedalam radon domain(tengah), Demultiple dengan melakukan muting dalam domain radon(kanan).

Pemotongan zona multipel akan menghasilkan data seismik yang bebas dari multipel seperti Gambar 4, bagian kanan.

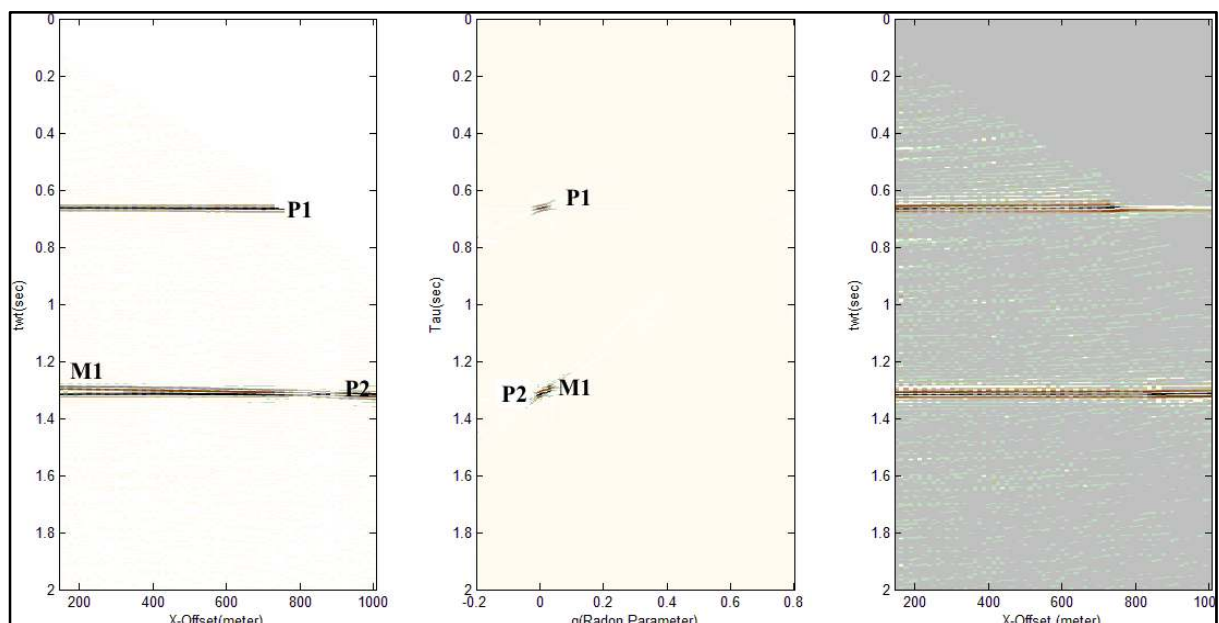
Offset yang dilibatkan dalam data sintetik cukup lebar distribusi *offset* untuk *CMP gather* sampai jarak 2.5 km, besaran *offset* ini sangat mempengaruhi pemisahan antara reflektor primer dan multipel. Umumnya multipel dalam *offset* rendah relatif lebih sulit dipisahkan dengan reflektor primernya. Oleh karenanya teknik ini relatif lebih sulit diaplikasikan terhadap data seismik yang mempunyai *offset* yang rendah atau jumlah saluran yang sedikit. Gambar 5 merupakan hasil transformasi ke dalam domain radon dengan

hanya melibatkan *offset* sampai 1 km terlihat sinyal dalam domain radon relatif berhimpit antara reflektor primer (P2) dan multipel (M1).

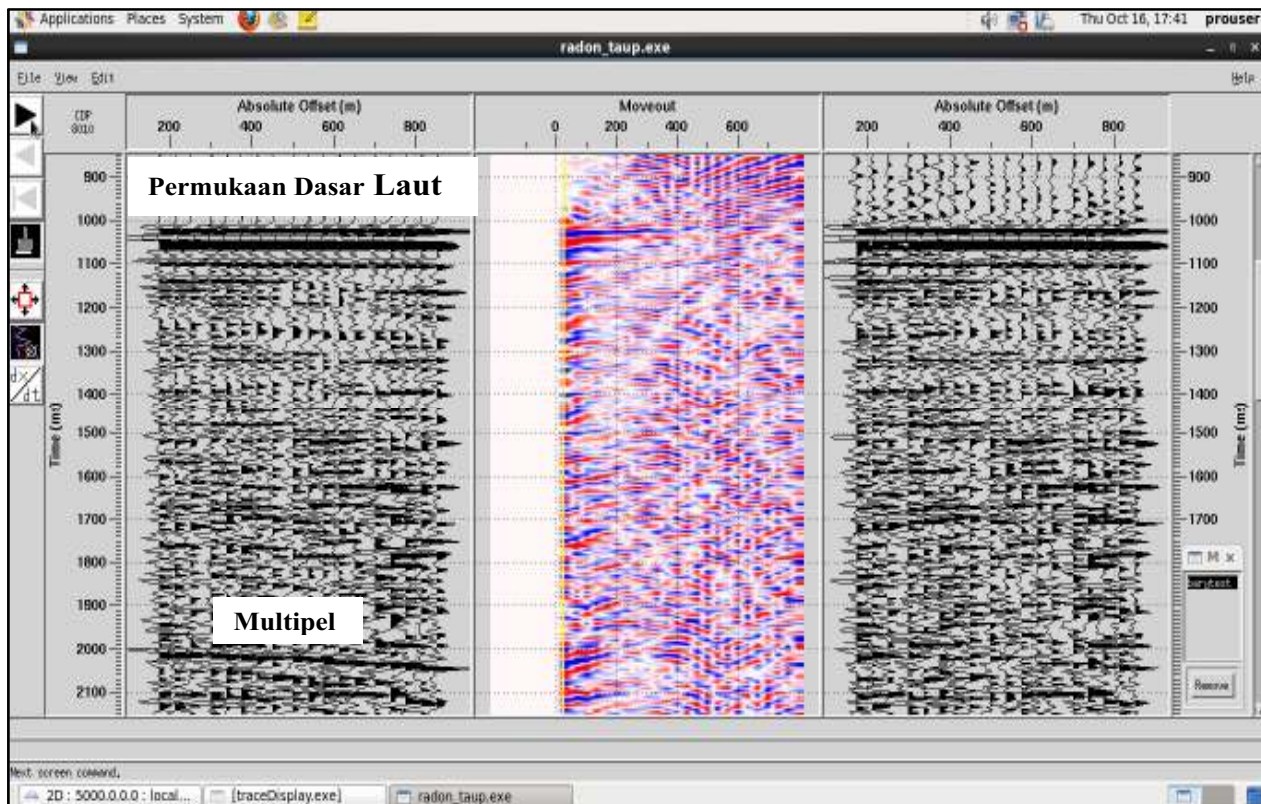
Penerapan teknik *parabolic radon demultiple* pada data lapangan akan memiliki tingkat kesulitan yang lebih akibat keberadaan *noise*, interval sampling yang kurang baik yang dapat menimbulkan *aliasing* ketika dilakukan transformasi (Hargreaves, N. dan Cooper Nick, 2001). Data yang akan digunakan merupakan data seismik Perairan Misool untuk menghindari efek *spasial aliasing* maka dilakukan *trace interpolation* terlebih dahulu sebelum dilakukan transformasi.



Gambar 4. Trace seismik data sintetik, CMP gather sebelum demultiple (kiri) dan CMP gather setelah demultiple (kanan)



Gambar 5. Transformasi ke radon domain hanya melibatkan offset sampai 1 km.



Gambar 6. Transformasi ke radon domain data lapangan Perairan Misool.

Hasil transformasi radon terlihat pada Gambar 6, dalam domain radon relatif sulit membedakan antara reflektor primer dan multipel, sehingga dilakukan muting pada area di sekitar nilai $q > 0$ dengan asumsi area datar atau reflektor primer yang terkoreksi NMO berada pada $q = 0$. Multipel teridentifikasi pada waktu tempuh 2000 milidetik. Setelah dilakukan muting, multipel tereduksi cukup baik.

Penampang seismik hasil *stacking* setelah data dalam CMP gather dilakukan *parabolic radon demultiple* terlihat pada Gambar 7. Horison dari multipel relatif melemah dibandingkan dengan sebelumnya pada beberapa bagian dari penampang seismik reflektor seismiknya ikut teratenuasi akibat pemisahan dalam domain radon yang kurang baik. Data seismik yang digunakan hanya mempunyai *offset* terjauh sekitar 900 meter, ini memungkinkan muting yang dilakukan dengan teknik ini akan memotong sinyal primernya dan konsekuensinya bukan hanya multipel saja yang melemah akan tetapi sinyal primer ikut melemah.

KESIMPULAN

Atenuasi multipel dengan metode pemisahan dengan transformasi *parabolic radon* dapat

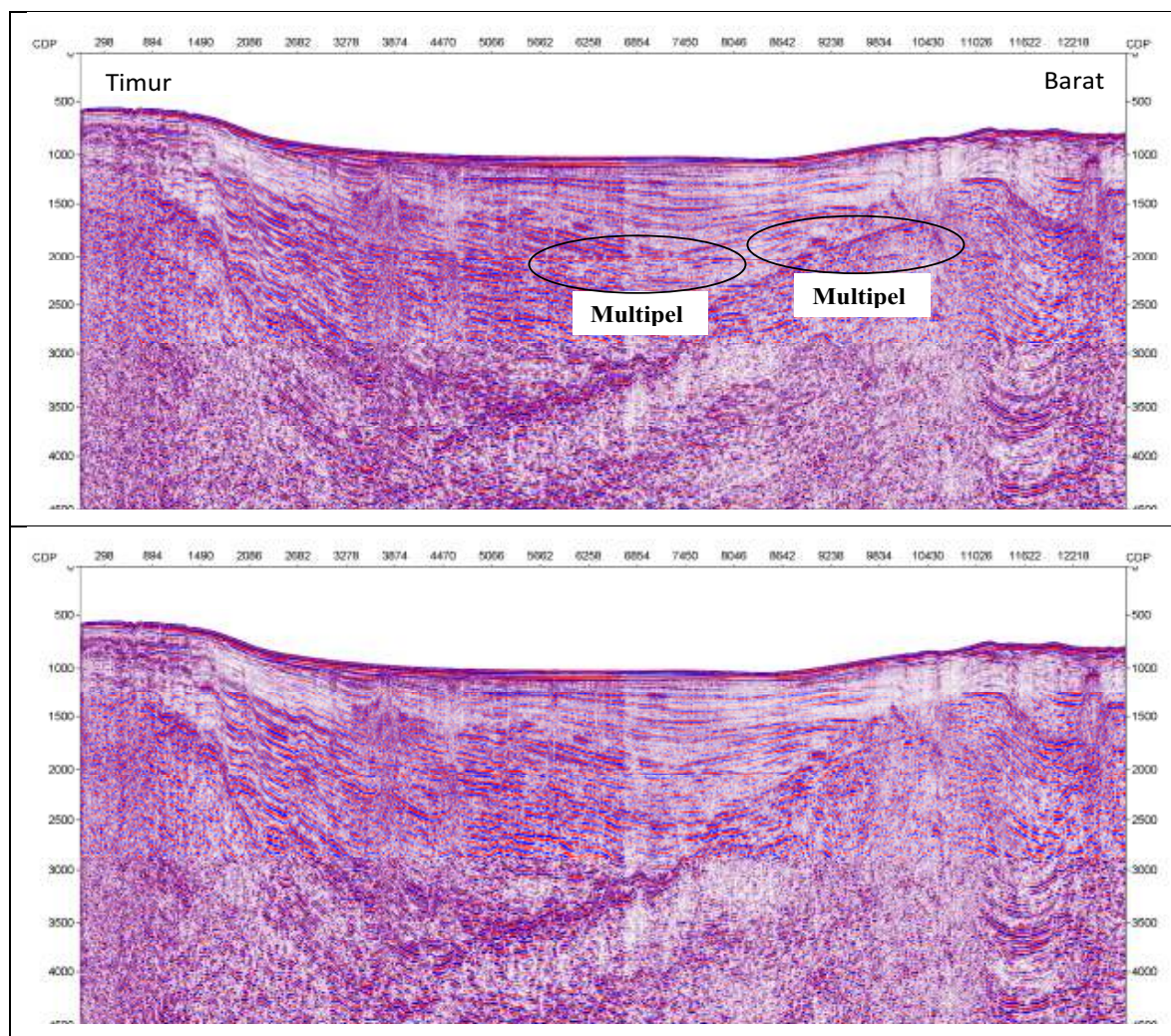
mereduksi kehadiran *event* seismik akibat *water-bottom* multipel. Aplikasi terhadap data sintetik menjelaskan bahwa semakin besar rentang *offset* yang digunakan semakin baik pemisahan reflektor primer dan multipel dalam domain radon.

Teknik ini dilakukan terhadap data seismik terkoreksi NMO, koreksi ini dilakukan setelah analisa kecepatan dan analisa kecepatan sangat dipengaruhi oleh panjang-pendeknya *offset* yang digunakan. Panjangnya *offset* tidak hanya berpengaruh terhadap pemisahan dalam domain radon akan tetapi berpengaruh pula terhadap prediksi kecepatan untuk koreksi NMO.

Pemisahan yang kurang baik akan mengakibatkan kesulitan dalam melakukan muting area multipel dalam domain radon, sehingga memungkinkan terjadinya atenuasi terhadap reflektor primer.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Tommy Naibaho selaku ketua tim dalam kegiatan pemetaan geologi dan geofisika kelautan di Perairan P. Misool, Puslitbang Geologi Kelautan tahun 2013. Juga kepada beberapa rekan lainnya yang tidak mungkin disebutkan satu per satu.



Gambar 7. Penampang seismik lintasan 42 hasil stacking, (atas) penampang sebelum demultiple, (bawah) penampang setelah demultiple

DAFTAR ACUAN

- Cao, Z. 2006. *Analysis and Application of the Radon Transform*. Thesis, Department Geology and Geophysics, University of Calgary, Alberta, Canada, 88h.
- Cao, Z., Bancroft, C. Brown, J. R., and Xiao, C. 2003. Radon Transform and Multiple Attenuation. *Crewes Research Report*. v.15. 22h.
- Hargreaves, N. and Cooper, N., 2001. High-Resolution Radon Demultiple, *Proceeding of ASEG 15th Geophysical Conference and Exhibition*, Brisbane, h. 1-4.
- Hampson, D., 1986. Inverse Velocity Stacking for Multiple Elimination. *Journal of Canadian Society of Exploration Geophysics*. v.22, h. 44-55.
- Kumar, L. Mohan. R, Sastry M.H and Sinha, D.P, 2008. Effectiveness of Radon Filter in Multiple Attenuation: An Analysis on Real and Synthetic Data, *Petroleum Geophysics, Proceeding of 7th International Conference and Exposition of Petroleum Geophysics*, Mumbai, India, h. 314.
- Landa, E., Belfer, I., and Keydar, S, 1994. Multiple Attenuation in The Parabolic τ -p Domain Using Wavefront Characteristics of Multiple Generating Primaries. *Geophysics*, 64, 06, h 1806-1815.
- Wu, M. and Wang, S. 2011. A Case Study of F-K Demultiple on 2D Offshore Seismic Data. *The Leading Edge*, h 446-450.
- Naibaho, T. dan Rahardiawan, R. 2013. Laporan Pemetaan Geologi Kelautan LP. 2114, 2115, 2214 dan 2215. Pusat Penelitian dan

- Pengembangan Geologi Kelautan. Laporan intern , Tidak Dipublikasikan.
- Sacchi, M. D. and Ulrych, T. J., 1995. High-Resolution Velocity Gathers and Offset Space Reconstruction: *Geophysics*, 60, 4, h. 1169-1177.
- Xiao, C., Bancroft, C. J., Brown, J. and Cao, Z., 2003. *Multiple Suppression : A Literature Review*. Crewes Research Report. v.15, 17h.
- Yilmaz, O.,2001. Seismic Data Analysis: *Processing, Inversion and Interpretation of Seismic Data Volume I*. SEG Books, 2nd ed,1000h.